

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: 2002-248649

(P2002-248649A)

(43) Date of Publication of Application: September 3, 2002

(54) [Title of the Invention]

**METHOD FOR INJECTION-MOLDING INSERT-CONTAINING RESIN
GEAR**

(57) [Abstract]

[Problems] In molding an insert-containing resin gear by an injection molding method, to prevent generation of voids and to achieve a dimensional stability of teeth while improving appearance.

[Means for Resolution] In a method for injection molding an insert-containing resin gear having a resin layer for forming gear teeth to an outer periphery of the insert, a molten resin is injected in an injection mold 1 from 5 or more pin gates 3 in a state such that an insert 2 is supported at a central part of a cavity 4 of the injection mold 1, and the molten resin injected with a distance between each of the pin gates 3 and the insert 2 being set to 0.5 mm or more is once collided to the insert and then sent to a tooth portion of the outer periphery of the insert.

[Claims]

1. An injection molding method of an insert-containing resin gear,

characterized in that in a method for injection-molding an insert-containing resin gear having a resin layer for forming gear teeth to an outer periphery of the insert, a molten resin is injected in an injection mold from pin gates in a state such that the insert is supported at a central part of a cavity of the injection-molding mold, and the molten resin injected is once collided to the insert and then sent to a tooth portion of the outer periphery of the insert.

2. The injection molding method of an insert-containing resin gear as claimed in claim 1, wherein a distance between the pin gates and the insert is 0.5 mm or more.

3. The injection molding method of an insert-containing resin gear as claimed in claim 1 or 2, wherein the number of the pin gates is 5 or more.

4. An injection molding method of an insert-containing resin gear, wherein the position of the pin gate is $0.8D$ or less from the center of a circle when a circle diameter at a tooth tip of the resin gear after molding is D .

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

The present invention relates to an injection molding method of an insert-containing resin gear, and in particular, it relates to a method for producing an insert-containing resin gear such as a worm wheel used in an electric power steering of an automobile, by injection-molding using pin gates.

[0015]

[Example]

Comparison results of the insert-containing resin gears molded using the

details of each gate of Fig. 1, Fig. 2 and Fig. 3 shown below are shown.

(Details of each gate)

(1) Number of pin gates: 3, gate position: portion near the teeth of gear (Fig. 1)

(2) Number of pin gates: 5, gate position: position of $\phi 0.8D$ in PCD (ϕD : circle diameter at tooth tip of resin gear), distance between gate and insert: 0.3 mm (Fig. 2)

(3) Number of pin gates: 5, gate position: position of $\phi 0.8D$ in PCD, distance between gate and insert: 0.5 mm (Fig. 3)

[0016]

Using each gate of the above (1), (2) and (3), nylon 66 as a resin material and iron as an insert material were molded under the general molding conditions of nylon 66 (resin temperature: 270°C, mold temperature: 80°C, injection time: 1.0 second, injection pressure: 150 MPa, cooling time: 20 seconds, molding cycle: 1 minute) to obtain an insert-containing wall-thick resin spur gear having a module of 2.5, a circle diameter at tooth tip of 90 mm, an insert outer diameter of 70, and an insert inner diameter of 25. Each spur gear obtained was evaluated on state of voids, stability of a circle diameter at a tooth tip, and appearance by the following evaluation methods. The results are shown in Table 1. The case of using the conventional disc gate is also shown as a reference example.

[0017]

(Evaluation method)

(a) Confirmation of voids

The resin gear was cut at the center (position of 8 mm) of a thickness direction in a circumferential direction, and voids were visually confirmed.

Insufficient holding pressure, and resin temperature at cooling initiation are considered as the cause of voids. Therefore, to specify the cause, history of resin temperature was chased. (See Table 2)

(b) Measurement method of tooth tip circle diameter

17 points (all tooth tip circle diameters on the circumference) in Fig. 4 were measured. In the drawing, a thin solid line is the case of the conventional product using disc gates, a thick solid line is the case of using the pin gates of Fig. 1, and a dotted line is the case of using the pin gates of Fig. 3.

(c) Confirmation of appearance

Appearance state of the resin portion was confirmed.

[0018]

[TABLE 1]

		Disc gate	Pin gate 1	Pin gate 2	Pin gate 3
Voids	Size	Fine	Fine	Fine	None
	Form	Continuous	Continuous	Closed	None
	Judgment	×	×	×	○
Tooth tip circle diameter	Size	Within standard	Outside standard	Within standard	Within standard
	Judgment	○	×	○	○
Appearance	State	Good	Jetting pattern	Good	Good
	Judgment	○	×	○	○

[0019]

As is seen from the above Table 1, it is recognized that voids occur in all cases except for pin gate 3. Further, the tooth tip circle diameter in pin gates 2 and 3 is satisfied with a size necessary on the function as a gear, but that of pin gate 1 was outside the upper limit standard of the necessary size on the function. Further, regarding the appearance, only pin gate 1 was poor.

[0020]

As a trace of history of a resin temperature, the resin temperature was measured at the tooth portion on the surface opposite the gates, and the results are shown in Table 2. Peak resin temperature reaching time in the Table was measured as time of the injection initiation being 0 second.

[0021]

[TABLE 2]

	Disc gate	Pin gate 1	Pin gate 2	Pin gate 3
Peak resin temperature	270°C	260°C	240°C	240°C
Peak resin temperature reaching time	40 seconds	10 seconds	10 seconds	10 seconds

[0022]

It is seen from the above Table that the peak temperature in the disc gate and pin gate 1 is high as compared with pin gates 2 and 3. Further, despite that the peak temperature was low in pin gate 2, voids generated although fine, as shown in Table 1. This appears to be due to an insufficient holding pressure.

[0023]

From the above results of the practicing state, it is understood that pin gate 3 does not have the problem on the function of gear regarding the size, voids are not confirmed, there is no problem on appearance, and the method is extremely effective. Further, pin gate 2 is that closed air bubbles although being fine are confirmed in the circumferential direction at the central portion of thickness, but there is no problem on size and appearance. Therefore, it is considered that disadvantage on the practical use is less as compared with the cases of the disc gate and pin gate 1.

[0024]

[Advantage of the Invention]

As mentioned above, the present invention is that in a method for injection-molding an insert-containing resin gear having a resin layer for forming gear teeth to an outer periphery of the insert, a molten resin is injected in an injection mold from pin gates, and the molten resin injected is once collided to the insert and then sent to a tooth portion of the outer periphery of the insert. Therefore, dimensional scattering due to the position of tooth does not substantially occur, and the problem on the function is quite solved. In addition, voids almost disappear. In particular, when 5 or more pin gates are used and the distance between the gates and the insert is 0.5 mm or more, voids completely disappears, and on appearance, jetting pattern does not occur on the surface portion. Thus, the effect capable of obtaining good appearance is expected. Further, when the number of pin gates is 5 points or more, the distance between the gates and the insert is 0.5mm or more, and also the position of the pin gates is $0.8D$ (D is a tooth tip circle diameter) from the center of the tooth tip circle, the above effect is most exhibited.

[Brief Description of the Drawings]

Fig. 1 is a reference view showing the position of pin gates and the inside of a mold containing an insert, in an injection molding method, wherein (a) is a front view, and (b) is a side view.

Fig. 2 is a reference view showing the position of pin gates and the inside of a mold containing an insert, in the present invention, wherein (a) is a front view, and (b) is a side view.

Fig. 3 is other examples showing the position of pin gates and the inside of a mold containing an insert, in the present invention, wherein (a) is a front view, and (b) is a side view.

Fig. 4 is an explanatory view showing measurement portion in the measurement of a tooth tip circle diameter.

[Description of Reference Numerals and Signs]

Injection mold

Insert

Pin gates

Cavity

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-248649

(P2002-248649A)

(43) 公開日 平成14年9月3日 (2002.9.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	フォーマット (参考)
B 2 9 C 45/14		B 2 9 C 45/14	3 J 0 3 0
45/26		45/26	4 F 2 0 2
F 1 6 H 55/06		F 1 6 H 55/06	4 F 2 0 6
// B 2 9 K 105:20		B 2 9 K 105:20	
B 2 9 L 15:00		B 2 9 L 15:00	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-51636 (P2001-51636)

(22) 出願日 平成13年2月27日 (2001.2.27)

(71) 出願人 000006068

三ツ星ベルト株式会社

兵庫県神戸市長田区浜添通4丁目1番21号

(72) 発明者 松村 俊夫

神戸市長田区浜添通4丁目1番21号 三ツ

星ベルト株式会社内

(72) 発明者 森本 芳樹

神戸市長田区浜添通4丁目1番21号 三ツ

星ベルト株式会社内

(74) 代理人 100066496

弁理士 宮本 泰一

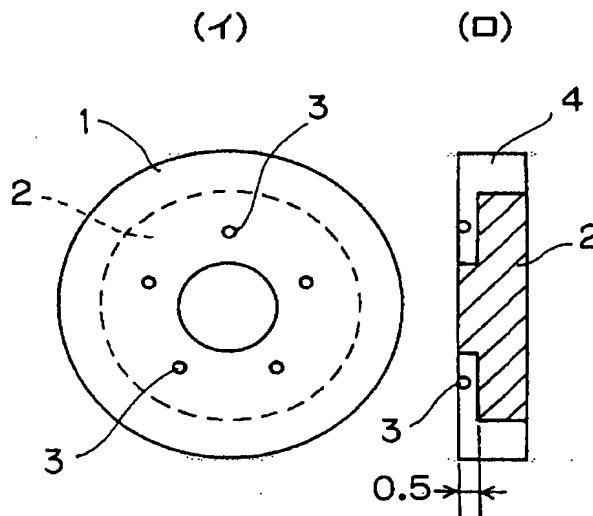
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インサート入り樹脂歯車の射出成形方法

(57) 【要約】

【課題】 インサート入り樹脂歯車の射出成形方法による成形において、ボイドの発生を防止し、歯の寸法の安定を図ると共に外観を良好ならしめる。

【解決手段】 インサートの外周にギヤ歯を形成する樹脂層を有するインサート入り樹脂歯車の射出成形方法において、射出成形金型1のキャビティ4中央部にインサート2を支持した状態で、該金型1内に熔融樹脂を5点以上のピンゲート3から注入すると共に、ピンゲート3とインサート2との距離を0.5mm以上として注入した熔融樹脂を一旦、インサートに当ててから外周の歯の部分に送り込むようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 インサートの外周にギヤ歯を形成する樹脂層を有するインサート入り樹脂歯車の射出成形方法において、射出成形金型のキャビティ中央部にインサートを支持した状態で、該金型内に熔融樹脂をピンゲートから注入すると共に、注入した熔融樹脂を一旦、インサートに当ててから外周の歯の部分に送り込むことを特徴とするインサート入り樹脂歯車の射出成形方法。

【請求項 2】 ピンゲートと、インサートとの距離が 0.5 mm 以上である請求項 1 記載のインサート入り樹脂歯車の射出成形方法。

【請求項 3】 ピンゲートのピン数が 5 点以上である請求項 1 または 2 記載のインサート入り樹脂歯車の射出成形方法。

【請求項 4】 ピンゲートの位置を成形後の樹脂歯車の歯先円直径を D として、円の中心から 0.8 D 以下とするインサート入り樹脂歯車の射出成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はインサート入り樹脂歯車の射出成形方法に係り、特にピンゲートを用い、自動車の電動パワーステアリングに用いるウォームホイールの如きインサート入り樹脂歯車を射出成形により製造する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 金属製のインサートを有する樹脂歯車は、自動車の電動パワーステアリングに用いるウォームホイール等として本出願前より公知であり、特開平 7-60556 号公報、特開平 7-215227 号公報などにも記載されているが、従来、かかる歯車は通常、ナイロンのモノマーを注型し、金型内で重合させる注型成形法が主として採用されて来た。

【0003】 しかし、コストを下げることの必要性から射出成形法が検討され、先ず通常、円筒状製品の成形に適用されているディスクゲートを使用する方法が試みられて来た。このディスクゲートを使用する方法は、

(1) 円周方向に樹脂が均一に流れるので寸法安定性に優れている、また (2) ゲート断面積が大きいので、ゲートシール時間を長くすることが可能なので、保圧を充分にかけることができるなどの利点を有しているが、インサート入り樹脂歯車の如き肉厚品の成形には (1) ゲートが大きいことにより、製品離型時にゲートを自動カットできないので、ゲートを切断するための機械加工を必要とし、コストアップにつながる、(2) 厚肉品の成形の場合、ゲートシール時間が長すぎると、冷却開始前の温度が高いため、離型に必要な製品温度に下がるまで時間がかかりすぎて成形サイクルが長くなり、コストアップとなる等の問題がある。

【0004】 そこで、上記の如き問題に対処するためピンゲートを用いることが検討され、実施した結果、従前

の方法に比し製品離型時にカットでき、特別のカット工程を省略できる、またゲート断面積が小さいため、ゲートシール時間が短く、樹脂の最高到達温度が低いため、離型に必要な製品温度に達するのが早く、成形サイクルが短縮できるなどの効果を期待できることが判明した。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記ピンゲートによる検討にあたり、図 1 に示すようにピンゲート 3 を 3 点とし、ゲート位置をキャビティ 4 内でインサート 2 外周の歯車の歯に近い部分として金型 1 内に樹脂を注入した場合に、①寸法について歯の位置による寸法のばらつきが大きかった、②ポイドについて厚みの中心部分において円周方向につながった（連続した）ものが確認された、③外観について表面部分に一般的にジェットティングと呼ばれる横線が発生したなど、ポイド、歯先円直径及び外観において不具合があることが分かった。

【0006】 そこで、上記各点について夫々の原因を探索したところ、①の原因としてはゲート点数が少ないため保圧時に円周方向全体に均一に圧力がかからないこと、また、成形する樹脂が繊維補強されている場合は特に歯に近い部分にゲートがあることでウェルドラインが発生し、ゲートのある部分とない部分での繊維の配向に差があるため、成形収縮率が異なること、②の原因としては歯に近い部分から樹脂を流し込んでいるため、ディスクゲートの場合と同様に冷却開始前の樹脂温度が高すぎる、③の原因としては樹脂が金型キャビティ内に線状に入っていくためであることが分かった。

【0007】 本発明は上述の如き実状に対処し、特にインサート入りの場合において、ピンゲートとインサートとの距離ならびにピンゲートの個数と、その位置が上記の各原因排除に重要な役割を有していることを見出すことにより、ポイドの発生を防止すると共に、より歯の寸法の安定をはかり、かつ外観的に優れたインサート入り樹脂歯車を射出成形方法により提供することを目的とするものである。

【0008】 なお、ピンゲートを用いて射出成形することによってゲート切断や、後仕上げが不要になること、歯元にゲートを配置することで歯先にウェルドが出来るのを防止できることは特開平 6-280969 号公報に記載されているが、これはインサート入りでなく、従ってインサートとの関連位置関係などについては全く記載されていない。

【0009】

【課題を解決するための手段】 即ち、上記目的に適合し、その効果を達成する本発明の特徴は、インサートの外周にギヤ歯を形成する樹脂層を有するインサート入り樹脂歯車の射出成形方法において、射出成形金型のキャビティ中央部にインサートを支持した状態で、該金型内に熔融樹脂をピンゲートから注入すると共に、注入した熔融樹脂を一旦、インサートに当ててから外周の歯の部

分に送り込むようにしたことにある。ここで、上記方法において、ピンゲートと、インサートとの距離は0.5 mm以上であることが好ましい。またピンゲートのピン数は5点以上であることが好適である。しかも、ピンゲートの位置は成形後の樹脂歯車の歯先円直径をDとするとき、円の中心から0.8D以下にあることが有利である。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、更に本発明の具体的な実施の形態について詳説する。

【0011】図2、図3は本発明に係るピンゲート使用の成形の態様であり、図において、1は射出成形金型、2はインサート、3はピンゲートを示し、本発明は射出成形金型1のキャビティ4中央部にインサート2を既知の手段、例えばコアピン等によって支持した状態で溶融合成樹脂をピンゲート3よりキャビティ4内に注入し、インサート2外周にギヤ歯を形成した合成樹脂による歯車を成形するものである。

【0012】ここで、上記成形される歯車の形状としては、肉厚、特に0.6 mm以上の肉厚であれば平歯車、ハスバ歯車、転位歯車、ウォームホイール等の種類は問わない。また、樹脂の材質については、熱可塑性であると熱硬化性であるとを問わない。具体的には射出成形用ナイロン系樹脂としてナイロン6、ナイロン66、芳香族ナイロン、ナイロン46などが挙げられるが、ポリエチレンテレフタレート（PET）を始め、他の樹脂も使用可能である。これらは、ガラス繊維、ウイスキー等の補強添加物が添加されていてもよい。

【0013】一方、インサートの材質についてはアルミ、鉄などの金属、プラスチック及びセラミック等の固体が使用可能であり、特にウォームホイールの場合にはアルミ等の金属を用いることも好適である。なお、ピンゲート3の数は少なすぎるとは寸法のばらつきが起り易いので5点以上とすることが好ましく、特にピンゲート径については別段、特定されることはない。しかし、勿論、注入に支障を来さないようにすることは肝要である。

【0014】しかして、本発明方法はその好適な態様として上記の如き金型1、インサート2、ピンゲート3等よりなる成形態様において、5点以上のピンゲート3を使用すると共に、特にピンゲート3より金型1内に溶融樹脂を注入するに際し、該注入する溶融樹脂を一旦、金型1内のインサート2に当ててから外周の歯の部分に送り込むようにする。そのため、インサート2又は金型1の形状はピンゲート3から流入してくる溶融樹脂を一旦、インサート2にぶつけてから歯の部分に樹脂が流れてゆくような形状にしておくことが必要であり、例えば肉盗みを設けておくようにする。そして、この場合、ピンゲート3とインサート2との間に適度の距離を保持さ

れることが好ましく、通常、0.5 mm以上の距離をおくことが効果的である。なお、ゲート点数は前述の如く5点以上であるから、これらの各ゲート位置はゲートのPCDが樹脂歯車の歯先円直径をD、インサート径をdとした場合に0.8Dの位置とすることが有効であり、もし $d < 0.8D$ の場合はゲート位置がdより小さい位置にあることが必要である。

【0015】

【実施例】次に以下に示す図1、図2、図3の各ゲートの詳細を用いて成形したインサート入り樹脂歯車の比較結果を示す。

（各ゲートの詳細）

（1）ピンゲート数；3点、ゲート位置：歯車の歯に近い部分（図1）

（2）ピンゲート数；5点、ゲート位置：PCDで $\phi 0.8D$ の位置（ ϕD ：樹脂歯車の歯先円直径）、ゲートとインサート間の距離；0.3 mm（図2）

（3）ピンゲート数；5点、ゲート位置：PCDで $\phi 0.8D$ の位置、ゲートとインサート間の距離0.5 mm（図3）

【0016】上記（1）（2）（3）各ゲートを用い、樹脂材料をナイロン66、インサート材質を鉄としてナイロン66の一般的な成形条件（樹脂温度270℃、金型温度80℃、射出時間1.0秒、射出圧力150 MPa、冷却時間20秒、成形サイクル1分）で成形し、モジュール2.5、歯先円直径 $\phi 90$ mm、インサート外径 $\phi 70$ 、インサート内径 $\phi 25$ のインサート入り肉厚樹脂平歯車を得た。この得られた各平歯車について夫々ボイドの状況、歯先円直径の安定性及び外観を下記評価方法により評価し、その結果を表1に示す。なお、従来形のディスクゲートを用いた場合を参考例として併記した。

【0017】（評価方法）

（a）ボイドの確認

厚み方向の中央（8 mmの位置）で円周方向にカットし、目視で確認した。なお、ボイドの原因として保圧不足と、冷却開始時の樹脂温度が考えられるので、原因を特定するため、樹脂温度の履歴を追ってみた。（表2参照）

（b）歯先円直径の測定方法

図4における17ヶ所（円周上すべての歯先円直径）を測定した。図中、細い実線はディスクゲート使用の従来品の場合、太い実線は図1のピンゲートを使用した場合、点線は図3のピンゲートを使用した場合である。

（c）外観の確認

樹脂部分の外観状態を確認した。

【0018】

【表1】

		5	6		
ボイド	サイズ	微少	微 少	微少	なし
	形 態	連続	連 続	独立	なし
	判 定	×	×	×	○
歯先円直径	寸 法	規格内	規格外	規格内	規格内
	判 定	○	×	○	○
外 観	状 態	良好	ジェットノズ 模様	良好	良好
	判 定	○	×	○	○

【0019】上記表1より分かるように、ボイドについてはピンゲート3以外はすべて発生していることが認められる。また、歯先円直径についてはピンゲート2、3では歯車としての機能上、必要な寸法が満足されているが、ピンゲート1では機能上、必要な寸法の上限規格から外れていた。更に外観についてはピンゲート1のみ悪かった。

*

*【0020】次に樹脂温度の履歴の追跡としてゲートと反対側の面の歯部において樹脂温度を測定した結果を表2に示す。なお、表中のピーク樹脂温度到達時間は射出開始時を0秒として測定した。

【0021】

【表2】

	ディスクゲート	ピンゲート1	ピンゲート2	ピンゲート3
ピーク樹脂温度	270 ℃	260 ℃	240 ℃	240 ℃
ピーク樹脂温度到達時間	40 秒	10 秒	10 秒	10 秒

【0022】上記の表よりディスクゲートとピンゲート1においてはピンゲート2、3に比べピーク温度が高いことが分かる。また、ピンゲート2ではピーク温度が低いにもかかわらず表1に見られるようにボイドが微少なながら発生していた。これは保圧不足であることに原因していると思われる。

【0023】以上の実施状況の結果より、ピンゲート3は寸法については歯車の機能上の問題がなく、しかもボイドも確認されず、外観上も問題なく、極めて効果的な方法であることが理解される。また、ピンゲート2は厚みの中心部分において円周方向に独立した気泡が微少なながら確認されるとしても寸法上、ならびに外観においては何らの問題はなく、ディスクゲートならびにピンゲート1の場合に比べ実用上、支障が少ないことが考えられる。

【0024】

【発明の効果】本発明は以上のようにインサート外周にギヤ歯を形成する樹脂層を有するインサート入り樹脂歯車の射出成形方法において、熔融樹脂をピンゲートから金型内に注入すると共に、注入した熔融樹脂を一旦、インサートに当ててから外周の歯の部分に送り込むようにしたものであり、歯の位置による寸法のばらつきが殆どなく、機能上の問題は全く解消されると共に、ボイドについても殆ど消失し、特に5点以上のピンゲートを使用し、ゲートとインサート間の距離を0.5mm以上とす

30

れば全くなり、しかも外観的にも表面部分にジェットノズ模様の発生もなく、良好な外観を得ることができる効果が期待される。なお、ピンゲート数を5点以上とし、ピンゲートとインサート間の距離を0.5mm以上で、ピンゲートの位置を歯先円中心から0.8D（Dは歯先円直径）とすることにより、上記効果は最も発揮される。

【図面の簡単な説明】

【図1】射出成形方法におけるピンゲートの位置及びインサートを含む金型内を示す参考図で、（イ）は正面図、（ロ）は側面図である

【図2】本発明におけるピンゲートの位置及びインサートを含む金型内を示す図で、（イ）は正面図、（ロ）は側面図である。

40

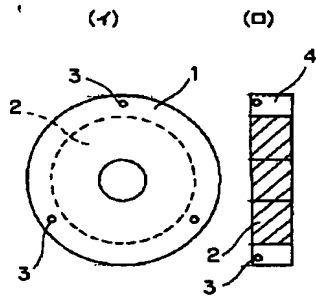
【図3】本発明におけるピンゲートの位置及びインサートを含む金型内を示す他の実施例であり、（イ）は正面図、（ロ）は側面図である。

【図4】歯先円直径の測定における測定個所を示す説明図である。

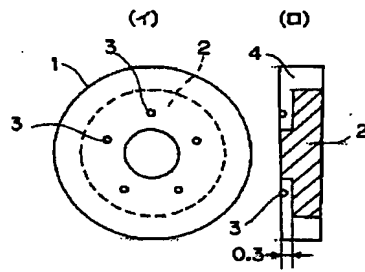
【符号の説明】

- 1 射出成形金型
- 2 インサート
- 3 ピンゲート
- 4 キャビティ

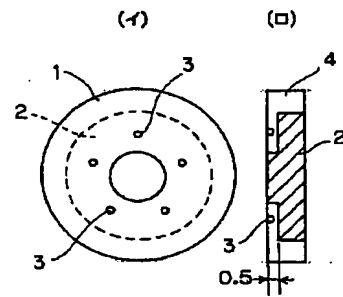
【図1】



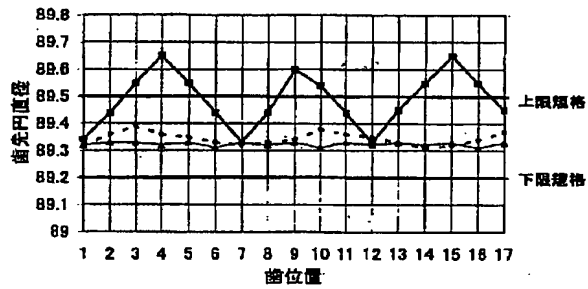
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 山本 正明
 神戸市長田区浜添通4丁目1番21号 三ツ
 星ベルト株式会社内
 (72) 発明者 江東 学真
 神戸市長田区浜添通4丁目1番21号 三ツ
 星ベルト株式会社内

Fターム(参考) 3J030 BA01 BC01 BC08
 4F202 AD18 AH12 CA11 CB01 CB12
 CK06 CQ05
 4F206 AD18 AH12 JA07 JB12 JL02
 JM04 JN11 JN25 JQ06 JQ81

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.